

ANALISIS DATA SUB BOTTOM PROFILER TERINTEGRASI UNTUK IDENTIFIKASI SEDIMEN (STUDI KASUS: ALUR PELAYARAN TIMUR SURABAYA)

Khomsin¹, Dinar Guruh Pratomo², M. Dwiki Amirullah³

^{1,2,3}Departemen Teknik Geomatika FTSLK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

e-mail: ¹khomsin@geodesy.its.ac.id, ²guruh@geodesy.its.ac.id, ³wikiamirullah@gmail.com

Abstrak

Salah satu instrument akustik yang digunakan untuk pengukuran dasar perairan adalah Sub Bottom Profiler. Instrument ini menggunakan sinyal akustik frekuensi rendah yang memiliki kemampuan untuk menembus lapisan dasar laut sampai dengan kedalaman beberapa meter. Tujuan dari survei menggunakan Sub Bottom Profiler yaitu untuk melakukan investigasi dan identifikasi lapisan dasar laut sehingga diperoleh informasi penting yang berhubungan dengan stratigrafi dasar laut. Lokasi penelitian berada pada Alur Pelayaran Timur Surabaya. Data sekunder berupa Raw data Sub bottom profiler, Raw data single beam, serta data pasut dan SVP yang telah diolah. Data tersebut diperoleh dari Distrik Navigasi Kelas 1 Surabaya. Lokasi penelitian merupakan perairan yang digolongkan sebagai perairan dangkal. Hal ini dapat dilihat dari nilai kedalaman yang berkisar antara 2,51- 5,95 m terhadap LWS. Interpretasi kualitatif citra dasar laut menunjukkan adanya pengaruh hue saturation. Semakin terang hue saturation maka sedimen memiliki ukuran partikel besar. Sedimen pada daerah Alur Pelayaran Timur Surabaya didominasi oleh jenis sedimen lumpur berpasir dengan luas area sedimen 93.133 m² pada area penelitian. Pola refleksi seismik pada konfigurasi data bersifat seragam (parallel) dan relative seragam (subparallel). Ketebalan antara dasar permukaan laut dengan lapisan pertama memiliki sedimen penyusun berupa lumpur berpasir. Volume total ketebalan lapisan sedimen adalah 17.945.928,40 m³.

Kata kunci: Sub bottom, lapisan Sedimen, ketebalan sedimen, lumpur berpasir.

Abstract

Sub Bottom Profiler is an acoustic instrument used to acquire the information below the seafloor. This instrument uses a low frequency acoustic and is able to penetrate the sediment under the seafloor up to several water in depter. The purpose of the Sub Bottom Profiler survey is to investigate and identify the stratigraphy of the ocean bottom. The research processed the data collected by the Navigation Distric of Surabaya. The site location is in East Surabaya Acces Channel. Which is classified as a shallow water area. The depth ranges from 2.51 in to 5. 95 m with respect to LWS. Side Scan Sonar Interpretation based on the sediment in this area is classified into rock sand, sandy-mud, and mud. Sandy mud is dominated this area with approve modely 93, 133 m² of 276,891 m² in to area. There are three layers of sediment. The pattern of seismic reflection data are uniform configuration (parallel) and relative uniform (subparallel). The thickness between the base of the sea surface and the first layer has a constituent sediments form the sandy mud. The total volume of the thickness of the layer sediment is 17,945,928.40 m³.

Keywords: Sub bottom profiler, Layer of sediment, Thickness of sediment, sandy mud

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Survei batimetri adalah proses pemetaan dasar perairan, dimulai dari pengukuran, pengolahan, hingga visualisasi dasar perairan (Poerbandono dan Djunarsjah 2005). Morfologi dasar laut merupakan bagian dari panorama permukaan dasar laut yang berkaitan dengan proses-proses geologi dalam pembentukan dan perkembangannya. Berdasarkan peta batimetri Indonesia, pola batimetri yang berkembang memperlihatkan morfologi dasar laut mengikuti garis pantai dan pola hasil tektonik (Salahuddin, 2001). Informasi mengenai batimetri dan morfologi dasar laut selanjutnya digunakan untuk perencanaan dan pertimbangan dalam menentukan jalur pelayaran yang aman.

Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) merupakan alur pelayaran yang menghubungkan kapal-kapal yang akan berlabuh di Pelabuhan Tanjung Perak dari Laut Utara Jawa. Sedangkan Alur Pelayaran Timur Surabaya (APTS) merupakan penghubung pelabuhan-pelabuhan di APBS dengan pelabuhan di Jawa Timur antara lain Pelabuhan Pasuruan, Probolinggo, Panarukan, Kalbut, Branta, Kalianget, dan Banyuwangi serta Pelabuhan di wilayah Indonesia bagian Tengah dan Timur. Penetapan APTS sangat penting dikarenakan lalu lintas kapal yang keluar masuk ke Pelabuhan Tanjung Perak sudah sangat padat dan dapat membahayakan keselamatan pelayaran sehingga diperlukan alur pelayaran lain selain APBS (Setyobudi 2017). Selanjutnya, untuk menentukan penetapan APTS ini diperlukan pengukuran dasar perairan.

Pada penelitian ini, data analisa ketebalan sedimen didapatkan dari survei di wilayah Alur Pelayaran Timur Surabaya dengan menggunakan *Sub Bottom Profiler* innomar SES 2000 light plus. Survei *singlebeam ecosounder* juga dilakukan untuk menentukan kedalaman secara akurat karena hasil ukuran batimetri menggunakan alat SBP tidak sesuai dengan standar yang dibutuhkan berdasarkan IHO - 2008 atau SNI (Afif 2017). Selanjutnya perlu dilakukan pengolahan data hasil survei *Sub Bottom Profiler* untuk memperoleh informasi yang dimaksud.

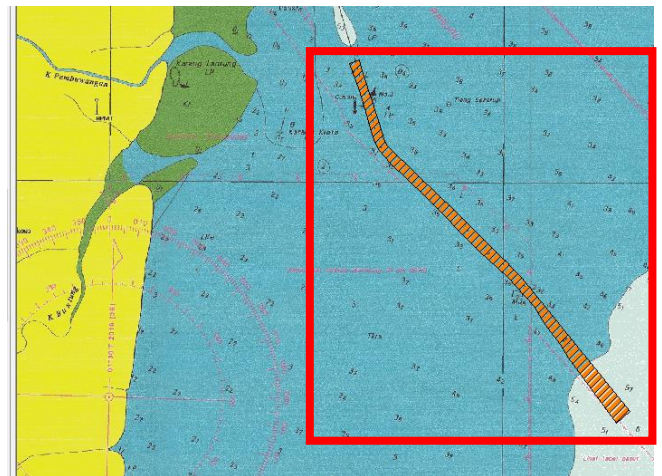
Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis data dari SBP untuk selanjutnya dilakukan identifikasi ketebalan sedimen. Hasil

penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan keamanan wilayah Alur Pelayaran Timur Surabaya.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi daerah penelitian berada pada Alur Pelayaran Timur Surabaya secara geografis lokasi penelitian ini terletak pada koordinat $07^{\circ} 17' 15.06''$ LS dan $112^{\circ} 50' 48.84''$ BT sampai dengan $07^{\circ} 23' 30.98''$ LS dan $112^{\circ} 58' 03.45''$ BT, yang ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Alur Pelayaran Timur Surabaya

Data

Data yang digunakan adalah data sekunder berbentuk raw data akustik dari instrument *Sub Bottom Profiler* dengan format SES dari Instrumen Innomar SES-2000 *light plus* daerah Alur Pelayaran Timur Surabaya tahun 2015. Raw data hasil pemeruman *Singlebeam Ecosounder* selanjutnya dikoreksi terhadap pasang surut dan data *Sound Velocity Profiler* daerah Alur Pelayaran Timur Surabaya tahun 2015. Data sampel sedimen pada daerah Alur Pelayaran Timur Surabaya tahun 2015 diambil dengan alat grab sampler.

Diagram Alir Penelitian

Pengolahan data dilakukan dalam tiga tahap yaitu tahap pengolahan batimetri untuk menghasilkan topografi dasar laut, pengolahan data *side scan sonar* untuk menghasilkan citra dasar laut, dan pengolahan data data seismik untuk menghasilkan lapisan ketebalan sedimen. Pengolahan batimetri dimulai dengan koreksi kedalaman. Pada tahap ini kedalaman hasil pemeruman di koreksi dengan data pasang surut perairan survei dan data

kecepatan suara dalam air (SVP) sehingga didapatkan data kedalaman terkoreksi. Data batimetri terkoreksi selanjutnya di interpolasi untuk mendapatkan kontur kedalaman. Selanjutnya data batimetri di plotting sesuai koordinat yang sudah ada pada peta dasar. Untuk mempercantik tampilan pada peta, dilakukan proses *layouting* untuk penyempurnaan gambar hasil kontur kedalaman sebelum disajikan sebagai sebuah peta.

Tahapan selanjutnya yaitu memulai pengolahan, data citra dasar laut. Data .SES yang didapatkan dari alat SBP selanjutnya di konvert ke format data .xtf untuk selanjutnya diolah sehingga di dapatkan citra kedalaman *side scan sonar* dan format data .seggy untuk diolah sehingga di dapatkan data ketebalan sedimen. Data .xtf yang sudah di dapatkan selanjutnya dikoreksi secara geometrik untuk menghilangkan *blind zone* pada nadir dan secara radiometrik untuk memperhalus tampilan citra *side scan sonar*. Mosaik citra *side scan sonar* dilakukan untuk mendapatkan visualisasi dari data *side scan sonar* dan melihat kenampakan permukaan dasar laut yang terekam. Dari kenampakan permukaan dasar laut, dapat dilakukan analisa daerah mana yang memiliki sedimen bertekstur kasar atau halus. Hasil dari mosaik citra selanjutnya diekspor ke format .geotiff dan di lakukan plotting sesuai koordinat yang ada pada peta dasar.

Tahapan terakhir, yaitu melakukan pengolahan data sesismik. Data sesismik yang diolah berasal dari convert .SES yang berupa .sgy. Setelah itu melakukan geometri untuk mendefinisikan kordinat shot point. Informasi ini sangat penting, sehingga tahapan geometri ini harus dilakukan dengan hati-hati. Setelah itu memasukan memasukkan parameter untuk mendapatkan nilai kedalaman terkoreksi. Parameter yang dimasukkan meliputi nilai Pasang surut dan SVP. Data .sgy yang sudah di dapatkan selanjutnya dikoreksi secara radiometrik untuk memperhalus tampilan 2d data seismik pada software pengolahan. Dynamic Range digunakan untuk memperbaiki rentang intensitas

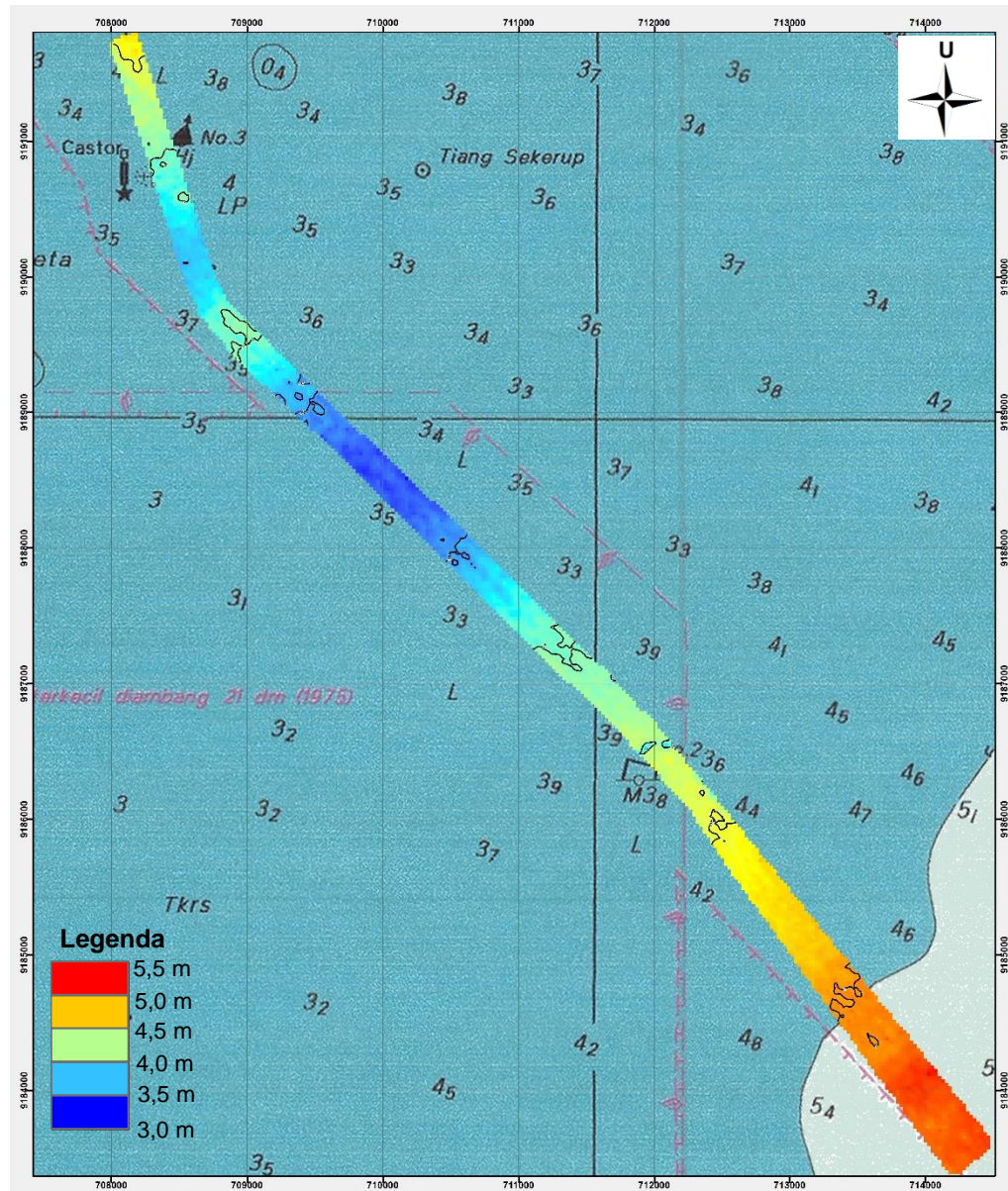
cahaya mulai dari shadow tergelap hingga highlight tercerah dan smooting pada data. Interpretasi data digunakan untuk menentukan batas dasar permukaan perairan dan menentukan ketebalan dari lapisan sedimen serta pola refleksinya. Pada penelitian ini dilakukan interpretasi kualitatif, yaitu dengan melakukan penarikan horizon untuk didapatkan kedalaman perairan dan batas pengendapan sedimen. Validasi data dilakukan untuk menentukan tipe sedimen pada ketebalan antar lapisan. Data yang digunakan adalah data sampel grab sehingga hanya ketebalan terluar saja yang diketahui sedimennya. Hal ini disebabkan karena tidak dilakukan pengambilan data sampel coring pada lapangan dikarenakan keterbatasan alat. Setelah semua pengolahan selesai maka dilakukan penggabungan dan plotting hasil dari tiap bagian pengolahan untuk selanjutnya dilakukan pemodelan ketebalan sedimen. Terakhir, analisis ketebalan sedimen dilakukan untuk menganalisis hasil pemodelan ketebalan sedimen pada sepanjang alur sehingga diperoleh informasi ketebalan sedimen antar lapisan sepanjang alur survei.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Topografi Dasar Perairan

Raw data *single beam*, data pasang surut dan data *sound velocity profiler* yang diperoleh melalui kegiatan survei yang dilakukan oleh Distrik Navigasi Surabaya diolah untuk mendapatkan topografi dasar laut. Jumlah Raw data sebanyak 179 data dimana satu data berisi satu jalur survei sehingga total jalur survei yang diolah sebanyak 179 jalur survei. Luas area penelitian yaitu 276.891 m² dengan total panjang area 10.033,42 m.

Koreksi terhadap nilai kedalaman *single beam* dilakukan dengan memasukkan parameter *sound velocity profiler* dan nilai pasut terhadap datum vertikal surut terendah LWS. Nilai batimetri yang telah terkoreksi selanjutnya di interpolasi dan di plotting kedalam peta laut.



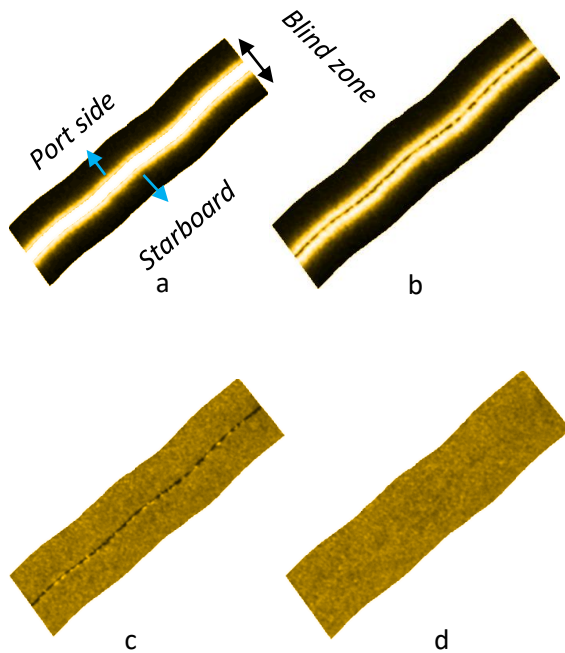
Gambar 2. Hasil Tampilan Data Batimetri Yang Telah Di Ploting.

Kontur peta batimetri Alur Pelayaran Timur Surabaya memiliki kerapatan kontur yang kecil karena variasi nilai kedalaman dari area penelitian. Hal ini dapat dilihat dari nilai kedalaman yang berkisar antara 2,51 sampai 5,95 m terhadap LWS. Sehingga lokasi penelitian dapat dikategorikan sebagai perairan dangkal. Penyajian data disempurnakan dengan melakukan layouting pada peta dengan memasukkan informasi yang terdiri atas nilai posisi dan nilai kedalaman.

Analisis Data Side Scan Sonar

Area kajian *side scan sonar* berada pada alur pelayaran timur Surabaya. Data didapatkan dengan mengekstrak file data .SES kebentuk format data

.XTF sehingga dapat diproses citra bawah laut. Jumlah file yang diekstrak berjumlah 179 data. Hasil pemrosesan disajikan pada Gambar 3. Tampilan data citra bawah laut menunjukkan bagian dari sisi kiri (*port*) dan sisi kanan (*starboard*), serta pada bagian tengah terdapat *blind zone*. Penerapan koreksi yang dilakukan berpengaruh terhadap kualitas data *side scan sonar* yang dihasilkan. Hasil pemrosesan data citra *side scan sonar* dengan koreksi geometrik meliputi penerapan koreksi *bottom tracking*, *slant range*, (Gambar 3b) dan *altitude* (Gambar 3d) serta koreksi radiometrik meliputi penerapan koreksi *Time Varying Gain* (Gambar 3c).

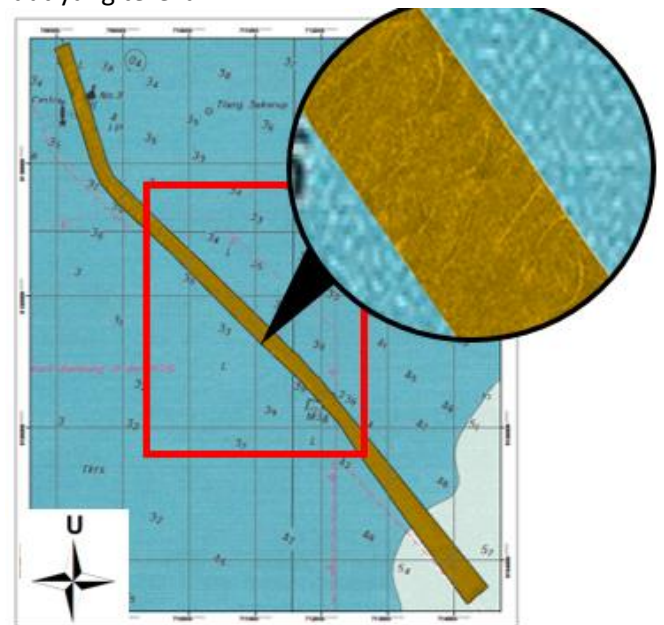


Gambar 3. Hasil Tahapan Pemerosesan Citra Bawah Laut.

Pada gambar 3a, citra *side scan sonar* tanpa koreksi menunjukkan hasil pencitraan dasar laut setelah mengirimkan gelombang akustik. Sejumlah piksel hanya terdapat pada kedua sisi sebelah nadir area port dan starboard. Pada sisi nadir tidak berisi informasi tentang permukaan dasar laut sehingga disebut daerah *blind zone*. Piksel nadir sebenarnya menggantikan sisi sebagai fungsi dari kolom air atau ketinggian transduser alat ke dasar laut. Hasil penerapan *slant range correction* pada Gambar 3b dari citra yang disajikan merupakan koreksi terhadap masalah geometris dari pencitraan dasar laut. Koreksi bertujuan untuk menghilangkan bagian *blind zone* dari citra di setiap baris jalur survei menjadi hilang.

Gambar 3c merupakan penerapan *Time Varying Gain* (TVG) yang memiliki fungsi untuk mengurangi atenuasi dengan jarak dan efek lainnya. Variasi dari hambur balik yang dihasilkan saat sinyal akustik yang diterima lebih rendah daripada yang ditransmisikan mempengaruhi intensitas citra. TVG digunakan sebagai pengoreksi efek tersebut untuk meningkatkan amplifikasi. Koreksi ini termasuk ke dalam bagian koreksi radiometrik yang berpengaruh pada digital number yang ditetapkan pada setiap piksel dalam citra. Setelah dilakukan koreksi radiometrik, terlihat sisa-sisa area *blind zone* sehingga diperlukan koreksi altitude untuk menghilangkan sisa-sisa *blind zone*. Hasil koreksi terakhir dapat dilihat pada Gambar 3d.

Mosaik yang dihasilkan melalui penerapan koreksi geometrik dan radiometrik dengan sebuah georeferensi format raster GeoTIFF ditampilkan dalam bentuk system koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) Zona 49 S dengan proyeksi WGS 1984. Dasar dari semua sistem mosaiking adalah melakukan koreksi *slant range* dan menghilangkan kolom air dari data sonar. Data yang dihasilkan kemudian diplot dengan memperhatikan posisi pada peta berskala dari dasar laut. Mosaik citra *side scan sonar* dilakukan untuk mendapatkan visualisasi dari data *side scan sonar* dan melihat kenampakan permukaan dasar laut yang terekam.

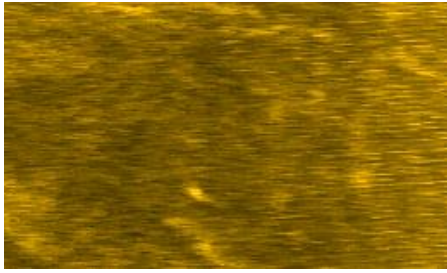


Gambar 4. Hasil Mosaik Citra Bawah Laut Yang Telah Di Ploting Pada Peta Dasar.

Analisis Interpretasi pada citra *Side Scan Sonar* merupakan kegiatan post processing, interpretasi dilakukan berdasarkan pada bentuk, ukuran dan derajat kehitamaan objek. Berikut adalah sebagian kenampakan visual data perekaman *Side Scan Sonar*. Secara umum, objek tampak sebagai bentuk sedimentasi materi yang terendap di dasar perairan.

a. Fitur Lumpur

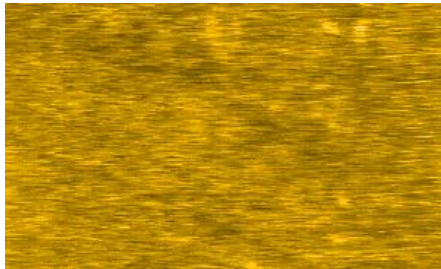
Fitur lumpur dapat diinterpretasikan dengan bentuk butiran kecil, hue saturation yang gelap, pola dan tekstur halus tanpa adanya shadow.



Gambar 5. Fitur Lumpur Pada Citra *Side Scan Sonar*.

b. Fitur Lumpur Berpasir

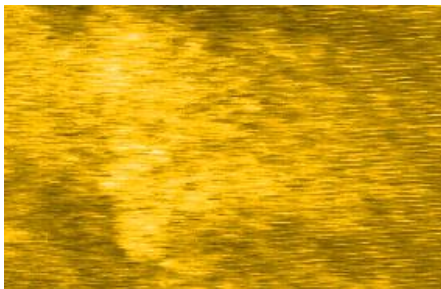
Fitur Pasir dapat diinterpretasikan dengan butiran kecil, hue saturation sedang, dengan pola dan tekstur halus tanpa adanya shadow.



Gambar 6. Fitur Lumpur Berpasir Pada Citra *Side Scan Sonar*.

c. Fitur Pasir

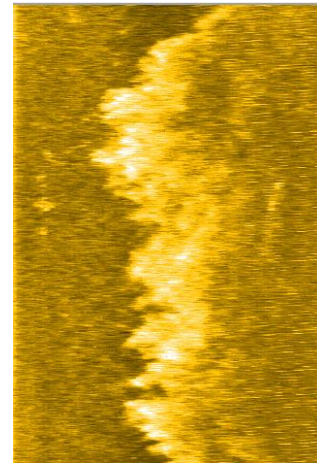
Fitur Pasir dapat diinterpretasikan dengan butiran kecil, hue saturation yang terang, dengan pola dan tekstur halus tanpa adanya shadow.



Gambar 7. Fitur Pasir Pada Citra *Side Scan Sonar*.

d. Fitur Karang dan batuan keras

Fitur karang atau batuan keras dapat diinterpretasikan dengan bentuk bongkahan memanjang dengan hue saturation yang terang dengan shadow, pola dan tekstur fitur ini mengelompok besar.



Gambar 8. Fitur Karang Pada Citra *Side Scan Sonar*.

Dari interpretasi kualitatif citra dasar laut, dapat dilihat bahwa sedimen lumpur memiliki warna yang lebih terang di bandingkan dengan sedimen lumpur berpasir yang memiliki warna lebih gelap. Hal ini disebabkan data citra *side scan* yang memiliki amplitudo hambur balik tinggi pada umumnya diwakili oleh gambaran yang lebih terang pada rekaman, sedangkan nilai hambur balik yang rendah ditujukan lebih gelap.

Mosaik citra *side scan sonar* yang telah diinterpretasi, selanjutnya di hitung luasan pada setiap area fitur yang diinterpretasikan.

Tabel 1 Luasan Fitur Dasar Laut Hasil Interpretasi.

No	Fitur Dasar Laut	Luasan (m ²)
1	Lumpur	78.617
2	Lumpur Pasir	93.133
3	Pasir	90.836
4	Batu karang	14.305

Luasan hasil interpretasi menunjukan sedimen lumpur berpasir lebih mendominasi. Selain itu, hasil citra dasar laut juga terlihat kurang jelas dikarenakan frekuensi yang digunakan untuk pengambilan data hanya 250 kHz.

Pengambilan 10 data sampel lapangan dilakukan untuk memvalidasi hasil interpretasi data. Data sample lapangan dilakukan dengan menggunakan metode grab sampler yang tersebar luas di daerah Alur Pelayaran Timur Surabaya.

Tabel 2 Koordinat dan jenis sampel lapangan (Disnav 2015)

No	Koordinat UTM (m)		Jenis sedimen
	Utara (X)	Timur (y)	
1	698.603,98	9.203.628,05	lumpur
2	700.753,80	9.203.364,54	lumpur
3	700.961,14	9.202.266,89	lumpur pasir
4	701.878,39	9.201.464,42	pasir lumpur karang
5	704.660,66	9.205.474,62	lumpur pasir
6	708.084,64	9.192.199,99	lumpur pasir
7	708.139,82	9.191.601,64	lumpur
8	710.857,38	9.202.493,74	lumpur pasir
9	714.247,73	9.183.646,05	lumpur pasir
10	711.987,95	9.186.524,70	lumpur pasir

Hasil sampel lapangan menunjukkan bahwa sedimen penyusun dasar laut Alur Pelayaran Timur Surabaya rata rata tersusun dari sedimen lumpur berpasir.

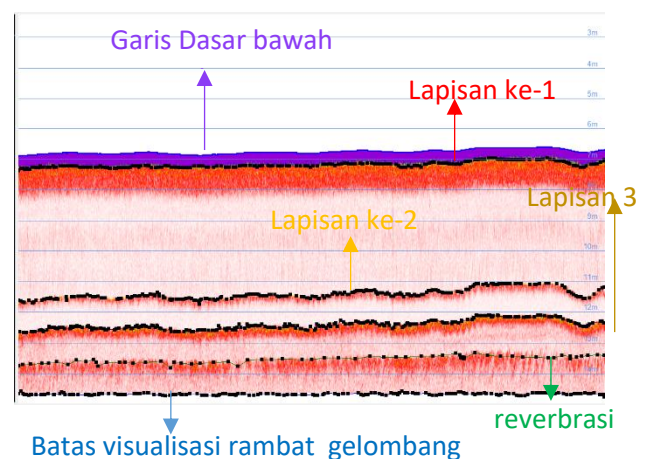
Analisis Data Sub Bottom Profiler

Sama seperti pengolahan data *side scan sonar*, dilakukan konversi data dari format data .SES ke format data .SGY. Selanjutnya data dimasukkan bersama parameter data lainnya seperti data pasut dan data SVP kedalam perangkat lunak pengolahan. Penerapan koreksi dilakukan untuk memperjelas tampilan data sehingga ketika dilakukan penarikan horizon bisa. Hasil pemrosesan data SBP meliputi penerapan koreksi *bottom tracking* dan *auto range* serta koreksi radiometrik meliputi penerapan koreksi *Time Varying Gain*. Pada proses awal dilakukan koreksi *Auto range* dan *bottom tracking* untuk memperjelas jarak antara kolom air dengan permukaan dasar laut dan menghilangkan rambatan gelombang pada kolom air. Proses *Bottom tracking* juga menghasilkan garis dasar bawah laut di sepanjang jalur survei. Koreksi TVG

dilakukan untuk menyatukan beberapa trace yang spesifik untuk menjadi satu trace dan juga untuk melakukan smooting pada data. Koreksi TVG juga berfungsi untuk memperbaiki kualitas tampilan data.

Proses selanjutnya yaitu memperjelas tampilan data dengan memperbaiki rentang intensitas cahaya mulai dari shadow tergelap hingga tercerah. Proses ini dinamakan *dynamic range*. Pada proses *dynamic range* dilakukan dengan mengubah warna tampilan data dan mengubah kerapatan data sehingga perbedaan kontras warna akan terlihat sangat jelas. Hasil dari proses *dynamic range* bisa dilihat pada.

Berdasarkan teori reflektivitas, kontras warna yang jelas menunjukkan batas ketebalan lapisan sedimennya. Interpretasi data dilakukan dengan membuat garis batas antara kontras warna yang berbeda. Pembuatan batas lapisan dilakukan dengan cara *digitizing* sesuai bentuk garis lekukan lapisan dasar laut.

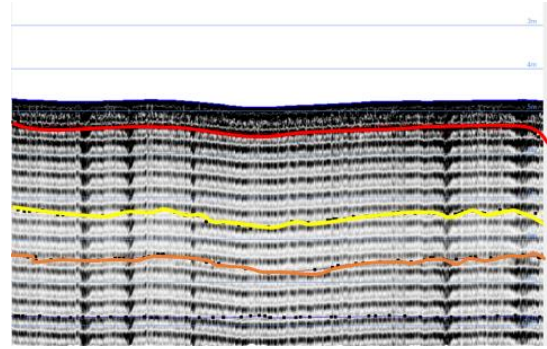


Gambar 9. Hasil Digitasi Batas Lapisan Pada Data SBP

Selain itu untuk memperjelas batas poligon, dapat dilakukan dengan memberikan warna pada batas antar lapisan. Namun pewarnaan area ketebalan hanya bisa dilakukan maksimal 3 batas lapisan. Untuk mengamati hasil digitasi dan pewarnaan area bisa dilakukan dengan diagram fence. Diagram fence adalah diagram gambaran penampang setiap baris dari data SBP. Berikut hasil dari pewarnaan area ketebalan sedimen dan diagram fence.

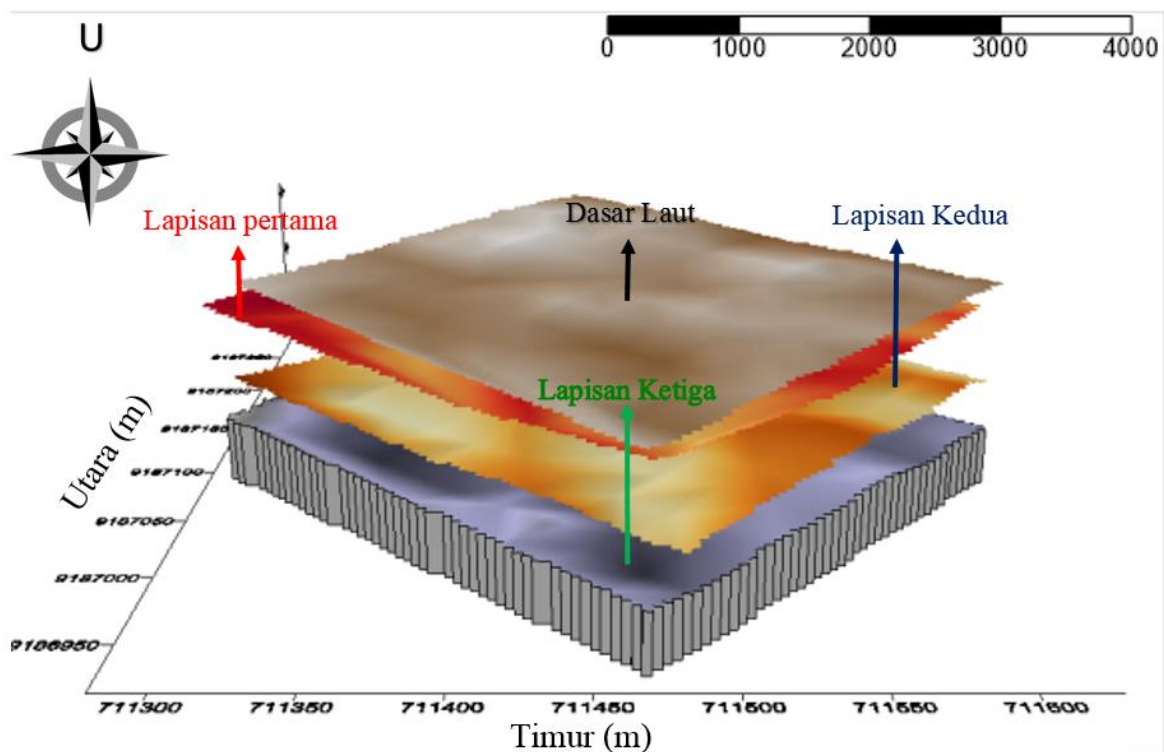
Hasil *bottom tracking* dan digitasi lapisan dasar laut selanjutnya disimpan dalam bentuk file .xyz yang selanjutnya dilakukan proses interpretasi data. Interpretasi dilakukan dengan mengamati pola refleksi seismik pada gambar penampang

lapisan. Untuk mengetahui pola refleksi seismik, dilakukan *filtering band pass*. Dari hasil *filtering band pass*, diketahui bahwa pola refleksi seismik pada konfigurasi ini bersifat seragam (*parallel*) sampai relatif seragam (*subparallel*). Hal ini di tujukan dengan pola refleksi yang memiliki *amplitude* yang sejajar, kontinuitas yang seragam, serta adanya cekungan dan *time separation* yang setabil. Tingkatan variasi lateralnya menunjukkan tingkatan perubahan dalam kecepatan pengendapan lokal dan kandungan litologinya. Adanya kesamaan pola refleksi pada lapisan pertama hingga lapisan ke tiga membuktikan bahwa sedimen diantara lapisan tersebut memiliki pola yang sama.



Gambar 10. Hasil Filtering Band Pass.

Setelah itu, dilakukan pemodelan 3 dimensi dari semua lajur yang telah di gitasi tiap lapisannya untuk mengetahui bentuk ketebalan dari sedimen. Hasil sampel area pemodelan antar lapisan ditunjukan oleh Gambar 17.



Gambar 11. Hasil Sampel Pemodelan Ketebalan Sedimen Antar Lapisan.

Untuk mengetahui hasil akhir dari pemodelan antar lapisan, dilakukan pemodelan seluruh data dan penggabungan seluruh lapisan. Hal ini dilakukan ntuk melihat visualisasi tiga dimensi secara menyeluruh.

Pemodelan 3 dimensi dilakukan antara data bottom tracking dasar laut dengan lapisan sedimen pertama, antara lapisan pertama dan lapisan kedua, serta antara lapisan kedua dengan lapisan ketiga. Pemodelan 3 dimensi dilakukan dengan metode *nearest neighbor*.

Untuk mengetahui volume ketebalan sedimen, dilakukan perhitungan volume dengan metode composite. Perhitungan volume dan ketebalan sedimen dilakukan antara permukaan dasar laut dengan lapisan pertama, lapisan pertama dengan lapisan kedua, lapisan kedua dengan lapisan ketiga, serta lapisan ketiga dengan batas visualisasi rambat gelombang.

Tabel 3. Volume Ketebalan Sedimen Antar Lapisan

No ketebalan	Batas Ketebalan Lapisan	Nilai Ketebalan lapisan (m)	Volume (m ³)
1	Dasar Permukaan dengan lapisan pertama	0,70	1.638.618,46
2	Lapisan Pertama dengan lapisan kedua	3,78	8.009.815,18
3	Lapisan kedua dengan lapisan Ketiga	1,07	2.665.328,73
4	Lapisan Ketiga dengan batas rambat gelombang	1,62	5.632.166,03

Untuk mengetahui sedimen penyusun pada masing-masing ketebalan lapisan, dilakukan pengambilan sample sedimen dan interpretasi ketebalan. Sampel sedimen dari lapangan yang diambil hanya bagian atas dasar permukaan laut dengan metode grab sehingga ketebalan sedimen yang diketahui sedimen penyusunnya hanya sedimen yang berada dilapisan antara dasar permukaan laut dengan lapisan pertama. Selain itu hasil interpretasi citra *side scan sonar* juga menunjukkan bahwa sebagian besar dasar permukaan didominasi oleh sedimen lumpur berpasir. Pengambilan sample hingga lapisan terbawah dengan metode coring tidak dilakukan ketika survei daerah Alur Pelayaran Timur Surabaya dikarenakan keterbatasan alat untuk melakukan metode *coring* tersebut.

KESIMPULAN

Kegiatan penelitian analisis data *Sub Bottom Profiler* untuk identifikasi ketebalan sedimen menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian merupakan perairan yang digolongkan sebagai perairan dangkal. Hal ini dapat dilihat dari nilai kedalaman yang berkisar antara 2,51- 5,95 m terhadap LWS.
2. Interpretasi kualitatif citra dasar laut menunjukkan adanya pengaruh hue saturation. Semakin terang hue saturation maka sedimen memiliki ukuran partikel besar. Dimana urutan hue saturation sedimen dari terang kegelap yaitu batu karang, pasir, lumpur berpasir, dan lumpur. Sedimen pada daerah Alur Pelayaran Timur Surabaya didominasi oleh jenis sedimen

lumpur berpasir dengan luas area sedimen 93.133 m² pada area penelitian. Luas total area sedimen pada area penelitian yaitu 276.891 m².

3. Terdapat tiga lapisan sedimen. Pola refleksi seismik pada konfigurasi data bersifat seragam (*parallel*) dan relatif seragam (*subparallel*). Ketebalan antara dasar permukaan laut dengan lapisan pertama memiliki sedimen penyusun berupa lumpur berpasir. Nilai volume ketebalan lapisan sedimen yang paling besar terdapat antara lapisan pertama dan kedua yaitu sebesar 8.009.815,18 m³. Volume total ketebalan lapisan sedimen 17.945.928,40 m³.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Distrik Navigasi Kelas 1 Surabaya sebagai penyedia data dalam penelitian kali ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, M. 2017. "Analisis Ketelitian Data *Sub Bottom Profilers* Untuk Pengukuran Kedalaman Permukaan Dasar Laut". Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Disnav. 2015. "Laporan Akhir Survei Hidrografi dan Pembuatan Peta Batimetri APBS, APTS, dan Kalianget". Surabaya: KEMENHUBLA DISNAV Kelas 1.
- Poerbandono, & Djunarsjah. 2005. "Survei Hidrografi". Bandung: Refika Aditama.
- Salahuddin, M., Lubis, S., Makmur, A., Astjario, P. 2001. "Pangkalan data Geologi dan Geofisika Kelautan di Wilayah Perairan Indonesia". Bandung: Pusat Pengembangan Geologi Kelautan.
- Setyobudi, Hari, interview by Humas Ditjen Hubla. 2017. "KEMENHUB Integrasikan 2 (Dua) Alur Pelayaran Surabaya" Dirjen Hubungan Laut, (April).